

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-212783

(43)Date of publication of application : 07.08.2001

(51)Int.Cl.

B25J 13/00

A63H 11/00

B25J 5/00

G06F 9/44

G06F 17/00

(21)Application number : 2000-028947

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 01.02.2000

(72)Inventor : HIROE ATSUO
TSUTSUMI HIRONAGA
KISHI HIDEKI
OMOTE MASANORI
TAJIMA KAZUHIKO
TAKEDA MASATOSHI

(54) ROBOT DEVICE AND CONTROL METHOD FOR IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a robot device and a control method for it capable of remarkably improving an amusement property.

SOLUTION: In the robot device having emotion to be changed according to an external situation and for producing the behavior according to the state of the emotion and the control method for it, after the external situation is detected, an impression in relation to the external situation is produced on the basis of the detected result, and the emotion is changed on the basis of the produced impression. Therefore, new emotion can be changed on the basis of the impression to the external situation just like the motion of real actual animals or human beings.

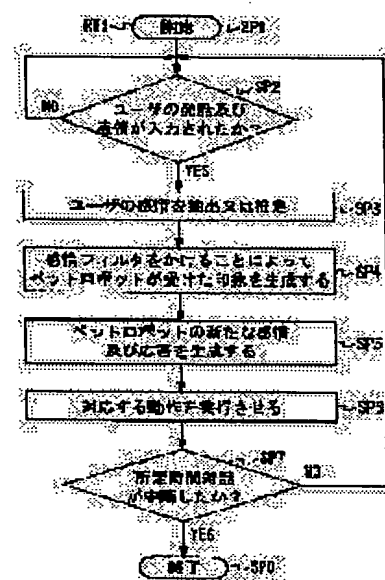


図6 対話機能処理手順

BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-212783

(P 2 0 0 1 - 2 1 2 7 8 3 A)

(43) 公開日 平成13年8月7日(2001. 8. 7)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-モ-ト* (参考)
B 2 5 J 13/00		B 2 5 J 13/00	Z 2C150
A 6 3 H 11/00		A 6 3 H 11/00	Z 3F059
B 2 5 J 5/00		B 2 5 J 5/00	C 3F060
G 0 6 F 9/44	5 5 0	G 0 6 F 9/44	5 5 0 B 5B049
17/00		15/20	Z
審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-28947 (P2000-28947)

(22) 出願日 平成12年2月1日(2000. 2. 1)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 廣江 厚夫

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72) 発明者 包 洪長

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74) 代理人 100082740

弁理士 田辺 恵基

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、アミューズメント性を格段と向上し得るロボット装置及びその制御方法を実現しようとするものである。

【解決手段】 外部状況に応じて変化させる感情を有し、当該感情の状態に応じた行動を生成するロボット装置及びその制御方法において、外部状況を検出した後、当該検出結果に基づいて、外部状況に対する印象を生成し、さらに当該生成された印象に基づいて感情を変化させるようにしたことにより、外部状況に対する印象に基づいて、新たな感情をあたかも本物の動物や人間がもつ感情のように変化させることができる。

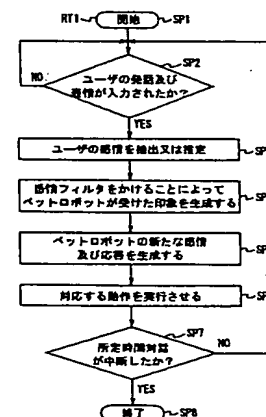


図6 対話機能処理手順

【特許請求の範囲】

【請求項1】 外部状況に応じて変化させる感情を有し、当該感情の状態に応じた行動を生成するロボット装置において、

上記外部状況を検出する外部状況検出手段と、
上記外部状況検出手段の検出結果に基づいて、上記外部状況に対する印象を生成する印象生成手段と、
上記印象生成手段により生成された上記印象に基づいて上記感情を変化させる感情変化手段とを具えることを特徴とするロボット装置。

【請求項2】 上記印象生成手段は、
上記外部状況検出手段の検出結果に加えて、現在の感情に基づいて上記印象を生成することを特徴とする請求項1に記載のロボット装置。

【請求項3】 上記感情変化手段は、
上記印象に加えて、過去の履歴及び又は時間に基づいて上記感情を変化させることを特徴とする請求項1に記載のロボット装置。

【請求項4】 外部状況に応じて変化させる感情を有し、当該感情の状態に応じた行動を生成するロボット方法において、

上記外部状況を検出する第1のステップと、
上記検出結果に基づいて、上記外部状況に対する印象を生成する第2のステップと、
上記生成された上記印象に基づいて上記感情を変化させる第3のステップとを具えることを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項5】 上記第2のステップでは、
上記外部状況の検出結果に加えて、現在の感情に基づいて上記印象を生成することを特徴とする請求項4に記載のロボット装置の制御方法。

【請求項6】 上記第3のステップでは、
上記印象に加えて、過去の履歴及び又は時間に基づいて上記感情を変化させることを特徴とする請求項4に記載のロボット装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はロボット装置及びその制御方法に関し、例えばペットロボットに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、ユーザからの指令や周囲の環境に応じて行動を行う4足歩行型のペットロボットが本願特許出願人から提案及び開発されている。かかるペットロボットは、一般家庭において飼育される犬や猫に似た形状を有し、ユーザからの指令や周囲の環境に応じて自律的に行動するものである。なお以下においては、動作の集合を行動と定義して使用するものとする。

【0003】 またかかるペットロボットに対して、ユーザの発話及び表情どからユーザの感情を抽出又は推定し

(図13)、それに応じてあたかも本物の動物や人間が「感情」をもっているかのごとくペットロボットの感情や応答を変化させる(図14)ような機能(以下、これを対話機能と呼ぶ)を搭載し、ユーザに親近感や満足感を与え、ペットロボットとしてのアミューズメント性を向上させることなども本願特許出願人により提案されている。

【0004】 例えばユーザが「ダメッ」と発話すると共に怖そうな表情をすることによってペットロボットを叱りつけると、ペットロボットは落ち込んで首をうなだれるといった動作を発現することが実現されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上述のような対話機能の実行中において、従来のペットロボットは、その応答が人間の場合と比較して不自然な点があった。その一つは、人間の場合は同一の入力情報に対して、それをどのように受け取るかによって応答が変化するのに対し、ペットロボットの場合にはそのような応答の変化がないことである。

【0006】 例えば「叱りつける」という動作を人間に対して行った場合、人間は同一の人物から全く同様に叱りつけられても、「叱咤激励された」と受け取るときもあれば、「人間性を否定された」と受け取るときもあり、どう受け取るかは、そのときの気分や状況などによって異なり、またそれぞれによって応答は異なる。

【0007】 すなわち人間の場合、「どのような入力情報があるか」よりも「その入力情報をどのようなものであると受け取ったか」の方が応答を決定するにあたって重要である。

【0008】 しかしながら、ユーザの表情や発話などに基づいて抽出又は推定したユーザの感情に応じて予め複数の応答パターンを用意しておき、ユーザの感情に対応する応答パターンを実行する方法しかなく、ユーザの感情を「どのようなものであると受け取ったか」という機能を搭載したペットロボットは未だ提案されていなかった。

【0009】 本発明は以上の点を考慮してなされたもので、アミューズメント性を格段と向上し得るロボット装置及びその制御方法を提案しようとするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】 かかる課題を解決するため本発明においては、外部状況に応じて変化させる感情を有し、当該感情の状態に応じた行動を生成するロボット装置において、外部状況を検出する外部状況検出手段と、外部状況検出手段の検出結果に基づいて、外部状況に対する印象を生成する印象生成手段と、印象生成手段により生成された印象に基づいて感情を変化させる感情変化手段とを設けるようにした。

【0011】 この結果このロボット装置では、外部状況に対する印象に基づいて、新たな感情をあたかも本物の

動物や人間がもつ感情のように変化させることができる。

【0012】また本発明においては、外部状況に応じて変化させる感情を有し、当該感情の状態に応じた行動を生成するロボット方法において、外部状況を検出した後、当該検出結果に基づいて、外部状況に対する印象を生成し、さらに当該生成された印象に基づいて感情を変化させるようにした。

【0013】この結果このロボット装置の制御方法では、外部状況に対する印象に基づいて、新たな感情をあたかも本物の動物や人間がもつ感情のように変化させることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0015】(1) 本実施の形態によるペットロボットの構成

図1において、1は全体として本実施の形態によるペットロボットを示し、胴体部ユニット2の前後左右にそれぞれ脚部ユニット3A～3Dが連結されると共に、胴体部ユニット2の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット4及び尻尾部ユニット5が連結されることにより構成されている。

【0016】この場合胴体部ユニット2には、図2に示すように、このペットロボット1全体の動作を制御するコントローラ10と、このペットロボット1の動力源となるバッテリー11と、バッテリーセンサ12及び熱センサ13からなる内部センサ部14となどが収納されている。

【0017】また頭部ユニット4には、このペットロボット1の「耳」に相当するマイクロホン15と、「目」に相当するCCD (Charge Coupled Device) カメラ16と、タッチセンサ17と、「口」に相当するスピーカ18となどがそれぞれ所定位置に配設されている。

【0018】さらに各脚部ユニット3A～3Dの関節部分や、各脚部ユニット3A～3D及び胴体部ユニット2の各連結部分、頭部ユニット4及び胴体部ユニット2の連結部分、並びに尻尾部ユニット5及び胴体部ユニット2の連結部分などにはそれぞれアクチュエータ19A～19Nが配設されている。

【0019】そして頭部ユニット4のマイクロホン15は、ユーザから図示しないサウンドコマンドを介して音階として与えられる「歩け」、「伏せ」又は「ボールを追いかける」等の指令音を集音し、得られた音声信号S1をコントローラ10に送出する。またCCDカメラ16は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号S2をコントローラ10に送出する。

【0020】さらにタッチセンサ17は、図1において明らかなように頭部ユニット4の上部に設けられており、ユーザからの「撫でる」や「叩く」といった物理的

な働きかけにより受けた圧力を検出し、検出結果を圧力検出信号S3としてコントローラ10に送出する。

【0021】さらに胴体部ユニット2のバッテリーセンサ12は、バッテリー11の残量を検出し、検出結果をバッテリー残量検出信号S4としてコントローラ10に送出し、熱センサ13は、ペットロボット1内部の熱を検出して検出結果を熱検出信号S5としてコントローラ10に送出する。

【0022】コントローラ10は、マイクロホン16、CCDカメラ17、タッチセンサ18、バッテリーセンサ12及び熱センサ13から与えられる音声信号S1、画像信号S2及び圧力検出信号S3、バッテリー残量検出信号S4及び熱検出信号S5などに基づいて、周囲の状況や、ユーザからの指令及びユーザからの働きかけの有無などを判断する。

【0023】そしてコントローラ10は、この判断結果と予めメモリ10Aに格納されている制御プログラムとに基づいて続く行動を決定し、決定結果に基づいて必要なアクチュエータ19A～19Nを駆動させることにより、頭部ユニット4を上下左右に振らしたり、尻尾部ユニット5の尻尾5Aを動かしたり、各脚部ユニット3A～3Dを駆動して歩行させるなどの行動を行わせる。

【0024】またこの際コントローラ10は、必要に応じて音声信号S6を生成してこれをスピーカ18に与えることにより、当該音声信号S6に基づく音声を外部に出力させたり、このペットロボット1の「目」の位置に配設された図示しないLED (Light Emitting Diode) を点灯、消灯又は点滅させる。

【0025】このようにしてこのペットロボット1においては、周囲の状況及び制御プログラム等に基づいて自律的に行動することができるようになされている。

【0026】かかる構成に加えてこのペットロボット1の場合、ユーザの発話及び表情に基づいてユーザの感情を抽出又は推定した後、当該ユーザの感情にペットロボット1の感情を反映させて当該ペットロボット1が受けた印象を生成することにより、当該印象に基づいて、あたかも本物の動物や人間が「感情」をもっているかのごとくペットロボット1の感情及び応答を生成するようになされている。

【0027】なお以下においては、「印象」を次のように定義する。すなわち「印象」とは、当該ユーザの感情に一種のフィルタを作用させたものであり、そのフィルタにはペットロボット1の現在の感情が反映される。

【0028】ここでこのようなペットロボット1の対話機能に関するコントローラ10の処理について説明する。図3に示すように、ペットロボット1の対話機能に関するコントローラ10の処理の内容を機能的に分類すると、制御部20、入力処理部21、音声認識解析部22、画像認識部23、ユーザ識別部24、対話管理部25、出力生成部26、音声出力部27、動作制御部2

8、印象モデル部29及び感情モデル部30に分けることができる。

【0029】この場合制御部20は、CPU、RAM、ROM及び記憶部などから構成され、ペットロボット1全体の制御を行うようになされている。また入力処理部21は、マイクロホン15、CCDカメラ16及びタッチセンサ17（共に図2）から与えられる音声信号S1、画像信号S2及び圧力検出信号S3に基づいて、特定の状態や、ユーザからの特定の働きかけ及びユーザからの指示を検出及び認識し、認識結果を制御部20に通知する。

【0030】音声認識解析部22は、マイクロホン15から与えられる音声信号S1をA/D（アナログ/デジタル）変換処理及び特徴抽出処理を行った後、音響モデル、辞書及び文法等の情報に基づいて、ユーザの発話における特徴量とのマッチングを行うことによって音声認識結果を生成した後、必要に応じて当該音声認識結果を所定の処理形式（例えばテキスト、構文解析木、対話用フレームなど）に変換する。

【0031】さらに音声認識解析部22は、音声認識結果の中にユーザの感情を表す言葉（文末の助詞や助動詞などで表現されることが多い）が含まれている場合、当該言葉を検出した後、この言語認識結果を感情モデル部30に通知する。

【0032】画像認識部23は、マイクロホン15から与えられる音声信号S1に基づく声紋を抽出すると共に、CCDカメラ16から与えられる画像信号S2に基づく顔画像を抽出することにより、当該抽出した声紋や顔画像の特徴量に基づいてユーザを識別した後、当該識別結果を制御部20に通知する。

【0033】対話管理部25は、音声認識解析部22から得られた音声認識結果や、感情モデル部30で得られた現在のペットロボット1の感情や、印象モデル部29で得られたユーザ感情や、その時点までの対話履歴などから、ロボットの発話や動作を生成する。そして、生成した行動の内容を行動指令情報として制御部20に通知する。また対話管理部25は、対話規則テーブル25Aを有し、これによって各種入力に対応した応答を決定する。

【0034】出力生成部26は、対話管理部25から得られる行動指令情報のうち「応答文を発話する」という指令情報が含まれている場合、当該応答文に対応する合成音を生成した後、これを音声出力部27に送出する。また出力生成部26は、対話管理部25から得られる行動指令情報に基づいて動作パターンを生成した後、当該動作パターンを動作制御部28に送出する。

【0035】音声出力部27は、出力生成部26から送出された合成音を音声信号S6としてスピーカ18（図2）を介して出力させると共に、必要に応じて音声以外の様々な効果音（例えばペットロボットが精神的にショ

ックを受けた場合に「ガーン」という効果音）も音声信号S6としてスピーカ18を介して出力させる。

【0036】動作制御部28は、出力生成部26から得られた動作パターンに基づいて必要なアクチュエータ19A～19Nに対する制御信号S7A～S7Nを生成し、これら制御信号S7A～S7Nに基づいて対応するアクチュエータ19A～19Nを駆動制御する。

【0037】印象モデル29は、ユーザ感情抽出部29A及び感情フィルタ29Bの2つのモジュールを有し、
10 ペットロボット1が受けた印象を表す印象データを生成する。ユーザ感情抽出部29Aは、音声認識解析部22から受け取った発話に含まれる感情情報（発話のイントネーションや語調、又は文末の表現で感情に関するもの）と、画像認識部23から受け取ったユーザの表情で感情に関係する情報とに基づいて、ユーザの感情を抽出又は推定する。

【0038】感情フィルタ29Bは、ペットロボット1の感情をパラメータ化するフィルタであり、ユーザ感情抽出部29Aから抽出又は推定されたユーザの感情を、
20 感情モデル部30から得られるペットロボット1の現在の感情と共にフィルタをかけることによって、ペットロボット1が受けた印象を生成した後、これを上述の印象データとして感情モデル部30に送出する。

【0039】感情モデル部30は、印象・感情・行動テーブル30Aを有し、入力された印象データ、現在の感情及び過去の履歴などに基づいて対応する新たな感情及び行動パターンを決定することにより、ペットロボット1の感情の内部表現を行うと共に印象モデルから与えられる印象データやその他外界情報に基づきペットロボット1の感情を変化させる。
30

【0040】かかる感情モデル部30は、図4に示すような階層型ニューラルネットワーク50を用いて、ペットロボット1の感情の内部表現及び感情の変化を行うようになされている。この階層型ニューラルネットワーク50は、入力層50A、中間層50B及び出力層50Cの3層からなり、各層50A～50Cはそれぞれ所定数のニューロンにより形成されている。

【0041】入力層50Aは印象モデル部29においてペットロボット1が受けた印象を複数種類のニューロン
40 NR_1, \dots, NR_n で表したものであり、n種類の「印象」に対応してn種類のニューロン NR_1, \dots, NR_n が設定される。この場合、ニューロン NR_1, \dots, NR_n は $-\infty$ から $+\infty$ までの数値として表現される。

【0042】入力層50Aにおいて、ニューロン NR_1, \dots, NR_n の内部状態は、そのニューロン（ NR_1, \dots, NR_n ）に対応した「印象」が存在する場合には「1」にセットし、それ以外は全て「0」にセットする。例えば、印象モデル部29から出力される印象データに基づく印象のうち「怒り」という印象が含まれてい
50 る場合（すなわち、ペットロボット1はユーザの発話や

表情などから「ユーザは怒っている」という印象をもった場合)、入力層50Aのニューロン $NR_{I_1} \sim NR_{I_n}$ のうち「怒り」に対応するニューロン NR_{I_2} の内部状態のみを「1」にセットする。

【0043】入力層50Aの各ニューロン $NR_{I_1} \sim NR_{I_n}$ は、中間層50Bの各ニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ とそれぞれ結線を介して接続されている。すなわち中間層50Bのニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ の数を k とすると、入力層50Aと中間層50Bとの間には $n \times k$ 本の結線がある。各結線には、それぞれ独立した所定の重み係数が設定されており、これら各結線を通してデータには対応する重み係数が乗じられるようになされている。

【0044】中間層50Bのニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ の内部状態は、接続している入力層50Aの各ニューロン $NR_{I_1} \sim NR_{I_n}$ の内部状態に対応する重み係数をそれぞれ乗じ、それらの総和をとったものである。また、中間層50Bのニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ の出力は、内部状態に例えばシグモイド関数のような所定の関数を作用させたものである。

【0045】出力層50Cには m 個のニューロン $NRE_1 \sim NRE_m$ があり、これらはペットロボット1の各感情とそれぞれ対応している。例えば、1番目のニューロン NRE_1 は「喜び」に対応し、2番目のニューロン NRE_2 は「怒り」に対応し、3番目のニューロン NRE_3 は「悲しみ」に対応している。また出力層50Cの各ニューロン $NRE_1 \sim NRE_m$ は、中間層50Bの各ニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ とそれぞれ結線を介して接続されており、当該各結線にはそれぞれ独立した所定の重み係数が設定されている。

【0046】なお入力層50A及び中間層50B間と、中間層50B及び出力層50C間とにおいて、各ニューロン $NR_{I_1} \sim NR_{I_n}$ 、 $NRM_1 \sim NRM_k$ 、 $NRE_1 \sim NRE_m$ 間の重み係数は、ペットロボット1が受けた印象とペットロボット1の感情との対応パターンから事前に学習させておくようにする。

【0047】実際に感情モデル部30は、印象モデル部29からペットロボット1が受けた印象を受け取ると、上述した階層型ニューラルネットワーク50を用いて、当該印象に対応した入力層50Aの各ニューロン($NR_{I_1} \sim NR_{I_n}$)の内部状態を「1」にセットすると共に、それ以外の他のニューロン($NR_{I_1} \sim NR_{I_n}$)の内部状態を「0」にセットする。そして入力層50Aから中間層50B及び続く出力層50Cへと各ニューロン($NR_{I_1} \sim NR_{I_n}$ 、 $NRM_1 \sim NRM_k$ 、 $NRE_1 \sim NRE_m$)の内部状態を伝播させていくことにより、当該出力層50Cの各ニューロン $NRE_1 \sim NRE_m$ の出力値を比較し、最も大きな値をもつニューロン($NRE_1 \sim NRE_m$)に対応した感情をペットロボット1の新たな感情とする。

【0048】さらに感情の変化を上述のようにして行うと、ユーザからの入力がない場合(ユーザが何も発声しなかったり、CCDカメラ16の視界内に存在しなかったりする場合には、何も変化が起こらなくなる。そのため時間の経過や過失の履歴などによっても感情の変化が起こるような機構を設けるようにしても良い。例えば所定時間入力がない場合は、感情を「ニュートラル」に戻すといったようなことを行う。この機構は、感情を階層型ニューラルネットワーク以外の手段で表現した場合にも適用可能である。

【0049】なおこの階層型ニューラルネットワーク50では、出力層50Cの各ニューロン $NRE_1 \sim NRE_m$ の出力値を要素とする m 次元のベクトルで表すことによって、これら m 次元のベクトルに対応した感情をペットロボット1の新たな感情とするようにしても良い。

【0050】印象モデル部29は、図5に示すような階層型ニューラルネットワーク60を用いてペットロボット1が受けた印象を生成するようになされている。この階層型ニューラルネットワーク60は、上述したように入力層60A、中間層60B及び出力層60Cの3層からなり、各層60A～60Cはそれぞれ所定数のニューロンにより構成されている。

【0051】入力層60Aは $(i+j)$ 個のニューロン $NRUE_1 \sim NRUE_i$ 、 $NRPE_1 \sim NRPE_j$ を有し、そのうち i 個は「ユーザの感情」に対応した数のニューロン $NRUE_1 \sim NRUE_i$ であり、他の j 個は「ペットロボット1の現在の感情」に対応した数のニューロン $NRPE_1 \sim NRPE_j$ である。入力層60Aにおいて、ニューロン $NRUE_1 \sim NRUE_i$ 、 $NRPE_1 \sim NRPE_j$ の内部状態は、そのニューロン($NRUE_1 \sim NRUE_i$ 、 $NRPE_1 \sim NRPE_j$)に対応した「ユーザの感情」及び「ペットロボット1の感情」が存在する場合にはそれぞれ「1」にセットし、それ以外は全て「0」にセットする。

【0052】入力層60Aの各ニューロン $NRUE_1 \sim NRUE_i$ 、 $NRPE_1 \sim NRPE_j$ は、中間層60Bの各ニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ とそれぞれ結線を介して接続されている。すなわち中間層60Bのニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ の数を k とすると、入力層60Aと中間層60Bとの間には $(i \times k + j \times k)$ 本の結線がある。各結線には、それぞれ独立した所定の重み係数が設定されており、これら各結線を通してデータには対応する重み係数が乗じられるようになされている。

【0053】中間層60Bのニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ の内部状態は、接続している入力層60Aの各ニューロン $NRUE_1 \sim NRUE_i$ 、 $NRPE_1 \sim NRPE_j$ の内部状態に対応する重み係数をそれぞれ乗じ、それらの総和をとったものである。また、中間層60Bのニューロン $NRM_1 \sim NRM_k$ の出力は、内部状態に例えばシグモイド関数のような所定の関数をかけたものであ

る。

【0054】出力層60Cにはn個のニューロンNR₁、～NR_I。があり、これらはペットロボット1が受けた印象に対応している。また出力層60Cの各ニューロンNR₁、～NR_I。は、中間層60Bの各ニューロンNRM₁、～NRM_Lとそれぞれ結線を介して接続されており、当該各結線にはそれぞれ独立した所定の重み係数が設定されている。この場合、出力層60Cの各ニューロンNR₁、～NR_I。は、上述した図4に示す階層型ニューラルネットワーク50における入力層50Aの各ニューロンNR₁、～NR_I。に対応している。

【0055】実際に印象モデル部29は、ユーザ感情抽出部29Aにおいて抽出したユーザの感情とペットロボット1の現在の感情とを得ると、階層型ニューラルネットワーク60を用いて、当該両方の感情に対応した入力層60Aの各ニューロンNRUE₁、～NRUE_I、NRPE₁、～NRPE_Iの内部状態を「1」にセットすると共に、それ以外の他のニューロンの内部状態を「0」にセットする。

【0056】そして入力層60Aから中間層60B及び続く出力層60Cへと各ニューロンNRUE₁、～NRUE_I、NRPE₁、～NRPE_I、NRM₁、～NRM_L、NR₁、～NR_I。の内部状態を伝播させていくことにより、当該出力層60Cの各ニューロンNR₁、～NR_I。の出力値を比較し、最も大きな値をもつニューロン(NR₁、～NR_I。)に対応した印象をペットロボット1が受けた印象とする。

【0057】なおこの階層型ニューラルネットワーク60では、出力層60Cの各ニューロンNRE₁、～NRE_E。の出力値を要素とするn次元のベクトルで表すことによって、これらn次元のベクトルに対応した印象をペットロボット1が受けた印象とするようにしても良い。

【0058】(2) 対話機能処理手順RT1

ここでコントローラ10の制御部20は、図6に示す対話機能処理手順RT1に従ってユーザの感情にペットロボット1の感情を反映させて当該ペットロボット1が受けた印象を生成した後、当該印象に基づいてペットロボット1の感情及び応答を生成する。

【0059】すなわち制御部20は、この一番始めの電源投入後にこの対話機能処理手順RT1をステップSP1において開始し、続くステップSP2においてユーザの表情及び発話が入力されたか否かを判断する。

【0060】このステップSP2において肯定結果を得ると、このことはマイクロホン15から入力処理部21を介して音声認識解析部22がユーザの発話を取り込み、又はCCDカメラ16を介して画像認識部23がユーザの顔画像を取り込んだことを表しており、このとき制御部20は、ステップSP3に進んで、印象モデル部29のユーザ感情抽出部29Aにおいて、ユーザの発話に含まれる感情情報と、ユーザの顔画像のうち感情に関

する表情情報とに基づいて、ユーザの感情を抽出又は推定する。

【0061】一方ステップSP2において否定結果を得ると、制御部20は、再度ステップSP2に戻り、この後ステップSP2において肯定結果を得るまでステップSP2のループを繰り返す。

【0062】やがて制御部20は、ステップSP4に進んで、印象モデル部29のユーザ感情抽出部29Aから抽出又は推定したユーザの感情を、ペットロボット1の現在の感情と共に、印象モデル部29の感情フィルタ29Bをかけることにより、ペットロボット1が受けた印象を生成させた後、ステップSP5に進む。

【0063】次いで制御部20は、このステップSP5において、ペットロボット1が受けた印象及び過去の対話履歴や時間等に基づいて、対話管理部25の対話規則テーブル25Aを参照することにより、当該対話管理部25からペットロボット1の新たな感情及び応答を行動指令情報として受け取った後、ステップSP6に進む。

【0064】そして制御部20は、ステップSP6において、行動指令情報に基づいて、出力生成部26にペットロボット1の応答分に対応する合成音や動作パターンを生成させた後、音声出力部27を介して当該合成音を出力させると共に、出力生成部26を介して当該動作パターンに基づいて必要なアクチュエータ19A～19Nを駆動制御させることにより、ペットロボット1を新たな感情及び応答に応じた動作又は行動を行わせる。

【0065】続いて制御部20は、ステップSP7に進んで、所定時間対話が中断したか否かを判断し、肯定結果が得られたとき、そのままステップSP8に進んで当該対話機能処理手順RT1を終了する。一方ステップSP7において否定結果が得られると、制御部20は、対話が継続するものと判断して、再度ステップSP2に戻って上述と同様の処理を繰り返す。

【0066】(3) 具体的な対話機能実行例

実際に例えばユーザがペットロボット1に対してニコニコとした表情をしながら「かわいいね」と発話した場合、上述の対話機能処理手順RT1を実行することにより、ペットロボット1が受ける印象が変化し、これに応じてペットロボット1の感情及び応答も変化する。

【0067】この場合、「ユーザの感情」を喜怒哀度で表し、「ペットロボット1の感情」を躁鬱度及び喜怒哀度で表し、「ペットロボットが受けた印象」を称赞度で表すこととする。これら喜怒哀度、躁鬱度及び称赞度の度合いはいずれも正負の値をとるようになされ、例えばペットロボットが受けた印象の値である「称赞度」は、正の値のときは「誉められた」という印象を表し、負の値のときは「けなされた」(又は「馬鹿にされた」や「嫌味を言われた」)という印象を表す。またユーザ及びペットロボット1の感情の値である「喜怒哀度」は、正の値のときは「喜んでいる」という感情を表し、負の値のときに

は「怒っている」という感情を表す。

【0068】ユーザがニコニコした表情をしながら「かわいいね」という音声を発すると、ペットロボット1は、頭部ユニット4に設けられたCCDカメラ16を介してユーザの顔画像を撮像し、その撮像画像を印象モデル部29のユーザ感情抽出部29Aにおいて処理することにより、「(表情からすると)ユーザは喜んでいる」という情報(ユーザの感情)を得る。

【0069】これと共に、ユーザが発した音声を頭部ユニット4に設けられたマイクロホン15を介して集音し、それを音声認識解析部22において処理することにより、「かわいいね」という認識結果を得る。その一方で、音声のイントネーション等の情報を印象モデル部29のユーザ感情抽出部29Aにおいて処理することにより、「(音声からすると)ユーザは喜んでいる」という情報(ユーザの感情)も得る。その結果、ユーザの感情である「喜怒哀度」を正の値にセットする。

【0070】このように正の値の「喜怒哀度」として抽出されたユーザの感情に対して印象モデル部29の感情フィルタ29Bをかけることにより、ペットロボット1が受けた印象を「称賛度」として生成する。このときのペットロボット1が受けた印象は、ペットロボット1の躁鬱度によって異なるものとする。

【0071】すなわちペットロボット1が躁状態のときには、「称賛度」は正の値をとることにより、ペットロボット1は、「ユーザが誉めている」という印象をもつ。これに対してペットロボット1が鬱状態のときには、「称賛度」は負の値をとることにより、ペットロボット1は、「ユーザが嫌味を言っている」という印象をもつ。

【0072】このようにしてペットロボット1が受けた印象が「称賛度」として生成されると、当該印象と上述の「(表情及び音声からすると)ユーザは喜んでいる」というユーザの感情とに基づいて、ペットロボット1は感情及び応答を生成する。このとき生成される応答は、「称賛度」によって(すなわち、ペットロボット1がどのような印象をもったかによって)相違がある。

【0073】ここで対話管理部25の対話規則テーブル26Aは、図7に示すような入力とこれに対応する応答(出力)がテーブルとして記述されている。すなわち入力として「ユーザの発話」と「(ペットロボット1がもつ)印象」とが記述され、これに対応した応答(出力)として、「(ペットロボット1の)動作」と「(ペットロボット1の)感情変化」(どのような感情に遷移するか)と「(ペットロボット1の)発話」とが記述されている。

【0074】この場合、入力側の「称賛度+／称賛度-」は、称賛度が正の値／負の値であることをそれぞれ表す。応答側の「喜怒哀度+／喜怒哀度-」は、喜怒哀度を正の値／負の値にセットすることをそれぞれ表す。かくし

て対話規則テーブル25Aに従って、ペットロボット1は、ユーザの発話が同じ「かわいいね」であっても、称賛度が正か負かによって以下の通り2通りの応答をする。

【0075】まず「称賛度」が正の場合、ペットロボット1は、「喜んでいる」ことを表す仕種を行うと共に、「ありがとう」という音声を合成し、「喜怒哀度」を正の値にセットし又は現在値から増加させる。これに対して「称賛度」が負の場合、ペットロボット1は、「怒っている」ことを表す仕種を行うと共に、「どうせ嘘でしょ」という音声を合成し、「喜怒哀度」を負の値にセットし又は現在値から減少させる。この結果、応答時の感情変化の際にペットロボット1の現在の感情を反映させることができる。

【0076】以上のようにしてユーザから同一の入力(ユーザの発話及び又は表情)があっても、そのとき、ペットロボット1の感情によって異なる印象が生成され、結果として異なる応答をするペットロボット1を実現することができる。

【0077】(4) 本実施の形態による動作及び効果以上の構成において、このペットロボット1では、図8に示すように、ユーザの発話及び表情からユーザの感情を抽出又は推定した後、当該ユーザの感情及びペットロボット1の現在の感情に基づいて、ペットロボット1が受けた印象を生成することにより、当該印象にペットロボット1の現在の感情を反映させることができる。

【0078】この結果、図9に示すように、ペットロボット1が受けた印象及び必要に応じて過去の対話履歴や時間に基づいて、ペットロボット1の新たな感情及び応答を生成することにより、当該新たな感情及び応答をあたかも本物の動物と対話しているかのごとく変化させることができる。

【0079】以上の構成によれば、このペットロボット1において、ユーザの発話及び表情に基づくユーザの感情のみならず、ペットロボット1の現在の感情をも反映させて、ペットロボット1が受けた印象を生成するようにしたことにより、当該ユーザの感情が同一であっても、ペットロボット1の現在の感情に応じてペットロボット1は異なった印象を生成し、この結果、当該印象に基づいて生成される新たな感情及び応答をあたかも本物の動物と対話しているかのごとく変化させることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上し得るペットロボット1を実現できる。

【0080】(5) 他の実施の形態
なお上述の実施の形態においては、ペットロボット1の感情の内部表現及び感情の変化を図4における階層型ニューロネットワーク50を適用して行うようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他にも状態遷移モデルやイメージスケール等の種々の手法を用いて行うようにしても良い。

【0081】まず状態遷移モデルを用いて感情を表現する場合、かかる状態遷移モデル70は、図10に示すように、例えば3つの状態はペットロボットの感情に対応しており、各状態ごとに入力である「ペットロボット1が受けた印象」と遷移先、さらに遷移確率が定義されている。例えば現在の状態が「感情1」であり、そのときの入力が「印象3」であるとき、 $p_{1,3}$ の遷移確率で「感情3」という状態に遷移する。図10において、「感情m」から「感情n」へ $p_{m,n}$ の遷移確率で遷移することを表している。

【0082】このように状態遷移モデル70において、各感情を状態として表しておき、入力された印象に応じて対応する遷移確率で他の状態に遷移するにして、ペットロボット1の感情の内部表現及び感情の変化を行うようにしても良い。なおこの遷移確率は、ペットロボット1が受けた印象とペットロボット1の感情との対応パターンから統計的に計算したり、又は人間が演繹的に決定するようにしても良い。

【0083】さらにイメージスケールを用いて感情を表現する場合、かかるイメージスケールは、感情や感性といった概念は、その中に例えば「明るい/暗い」、「躁/鬱」、「外向的/内向的」などの様々な尺度を含むことから、これらの尺度のうちのn個を座標軸としてn次元空間（軸が2本なら平面）を構成したものであり、感情や感性は当該n次元空間の中のある領域を占めることになる。

【0084】図11に示すようなイメージスケール80は、縦軸を内向的及び外向的で表すと共に横軸を躁状態及び鬱状態で表した2本の座標軸で構成される平面の上で各感情を表現したものであり、この座標軸を用いて、ペットロボット1の現在の感情も同じ平面上の点として表わすことができる。図11においてペットロボット1の現在の感情を表すポイントP₁は、「感情3」の領域内部にあることから、ペットロボット1の現在の感情は「感情3」となる。

【0085】一方、印象モデル部29によって生成された「印象」からは、イメージスケール80に用いた尺度と同じものを成分とするベクトル（以下、これを印象ベクトルと呼ぶ）B_iを生成することができる。ペットロボット1の感情の変化は、現在の感情を表すポイントP₁に対応して $k \times B_i$ （kは適当な正の数）分だけ移動させたポイントP₂となり、当該ポイントP₂が新たに变化した感情を表すこととなる。

【0086】このポイントP₂は、「感情5」の領域内部にあることから、ペットロボット1の感情は、印象ベクトルB_iに応じて「感情3」から「感情5」へと变化したことを表している。

【0087】このように特定の軸（内外向的、躁鬱状態）から構成されるイメージスケール80上で感情の分布を示しておき、入力された印象ベクトルB_iに応じて

現在の感情から新たな感情へと移動させるようにして、ペットロボット1の感情の内部表現及び感情の変化を行うようにしても良い。

【0088】また上述の実施の形態においては、ペットロボット1が受けた印象を図12における階層型ニューロネットワークを適用して生成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、いわゆるif-thenルール等の種々の手法を用いて生成するようにしても良い。

10 【0089】この場合、if-thenルールは、各感情や各印象の度合いを、例えば「躁鬱の度合い」、「叱咤の度合い」及び「励ましの度合い」などのように表現し、これらの度合いを正負両方の値をもつような変数で表しておき、これら変数を用いて記述されるものである。

【0090】例えば「叱咤の度合い」をユーザの感情を表す変数とし、「躁鬱の度合い」をペットロボット1の感情を表す変数とし、「励ましの度合い」をペットロボット1が受けた印象を表す変数とし、kを変数としたとき、if-thenルールは、図13に示すように記述される。これは、ユーザがペットロボット1を叱りつけた場合、ペットロボット1が躁状態のときはそれを「励まし」という印象を受けるが、鬱状態のときは「やる気を削ぐもの」という印象を受ける、といったことを記述したルールである。

【0091】具体的にかかるif-thenルールを説明すると、まず「叱咤の度合い>0」は、ユーザの発話や表情に「叱っている」ことを表す要素が含まれていることを表している。例えば、文末が「～しろ」、「～するな」のような強い命令形になっていたり、いわゆる「語調を強めた言い方」になっていたり、表情が「厳しく」なっている場合が該当する。

【0092】また「躁鬱の度合い>0」は、ペットロボットは躁状態である（うきうきしている）ことを表している。さらに「励ましの度合い=k×叱咤の度合い」は、ペットロボットは「励まされた」という印象を受けたことを表しており、この場合、「励ましの度合い>0」である。さらに「躁鬱の度合い<0」は、ペットロボットは鬱状態である（落ち込んでいる）ことを表している。さらに「励ましの度合い=-k×叱咤の度合い」は、ペットロボット1は「やる気を削がれた」という印象を受けた（ユーザがした叱咤を「やる気を削ぐためのもの」だと言った）ことを表しており、この場合、「励ましの度合い<0」である。

【0093】なお「励ましの度合い=k×叱咤の度合い」の代わりに、「励ましの度合い=励ましの度合い+k×叱咤の度合い」のように記述すると、新たな印象の度合い（「励まし合い」）は今までの度合いをある程度反映したものになる。こうすると、「一度持った印象
50 は、そう簡単には変化しない」といったことも表現する

ことができる。

【0094】このようにif-thenルールを用いて、ユーザの感情とペットロボット1の感情とに基づいて、ペットロボット1が受けた印象を生成するようにしても良い。

【0095】さらに上述の実施の形態においては、外部状況に応じて変化させる感情を有し、当該感情の状態に応じた行動を生成するロボット装置として、図1のように構成された4足歩行型のロボットを適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の構成のロボット装置に広く適用することができる。例えばヒューマノイド型ロボットに適用することで、人間らしい感情変化や応答をする対話ロボットを作ることができる。

【0096】この場合において上述の実施の形態では、外部状況を検出する外部状況検出手段として、頭部ユニット4に設けられたマイクロホン15、CCDカメラ16及びタッチパネル17並びにコントローラ10内の入力処理部21、音声認識解析部22及び画像認識部23を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、外部状況検出手段としては本発明を適用するロボット装置の形態に応じてこの他種々の構成を適用することができる。

【0097】またこの場合においては、外部状況に対する印象を生成する印象生成手段として、コントローラ10内の印象モデル部29（ユーザ感情抽出部29A及び感情フィルタ29B）を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、外部状況に対する印象を生成することができれば、現在の感情を外部状況に反映させるようにしても良く、印象生成手段としては本発明を適用するロボット装置の形態に応じてこの他種々の構成を適用することができる。

【0098】また印象モデル部29の感情フィルタ29Bをユーザの感情に対してかけるようにしたが、それ以外の外界情報に対してもかけるようにしても良い。例えばCCDカメラ16から得られる撮像結果に感情フィルタ29Bをかけて、感情変化手段において画像の明度及び又は色相等を変化させることにより、「落ち込んでいるときは、周囲の風景まで暗く見える」、「うきうきしているときは周囲がバラ色に見える」といったことを表現するようにしても良い。またマイクロホン15のゲインに感情フィルタ29Bをかけて、感情変化手段において「ペットロボット1が何かに熱中しているときは、ユーザが呼びかけてもなかなか反応しない」といったことも表現できる。

【0099】さらにこの場合においては、印象に基づいて感情を変化させる感情変化手段として、コントローラ10内の感情モデル部30を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、印象に加えて過去の履歴及び又は時間に基づいて感情変化させるようにしても良

く、感情変化手段としては本発明を適用するロボット装置の形態に応じてこの他種々の構成を適用することができる。

【0100】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、外部状況に応じて変化させる感情を有し、当該感情の状態に応じた行動を生成するロボット装置において、外部状況を検出する外部状況検出手段と、外部状況検出手段の検出結果に基づいて、外部状況に対する印象を生成する印象生成手段と、印象生成手段により生成された印象に基づいて感情を変化させる感情変化手段とを設けるようにしたことにより、外部状況に対する印象に基づいて、新たな感情をあたかも本物の動物や人間がもつ感情のように変化させることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上し得るロボット装置を実現することができる。

【0101】また本発明によれば、外部状況に応じて変化させる感情を有し、当該感情の状態に応じた行動を生成するロボット方法において、外部状況を検出した後、当該検出結果に基づいて、外部状況に対する印象を生成し、さらに当該生成された印象に基づいて感情を変化させるようにしたことにより、外部状況に対する印象に基づいて、新たな感情をあたかも本物の動物や人間がもつ感情のように変化させることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上し得るロボット装置の制御方法を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態によるペットロボットの外觀構成を示す斜視図である。

【図2】本実施の形態によるペットロボットの回路構成を示すブロック図である。

【図3】対話機能に関するコントローラの処理の説明に供するブロック図である。

【図4】ニューラルネットワークによる感情表現及び感情遷移の説明に供する略線図である。

【図5】ニューラルネットワークによる感情フィルタの説明に供する略線図である。

【図6】対話機能処理手順の説明に供するフローチャートである。

【図7】対話規則テーブルを示す図表である。

【図8】ペットロボットが受けた印象生成の説明に供する略線図である。

【図9】印象を反映した応答・感情生成の説明に供する略線図である。

【図10】他の実施の形態による状態遷移モデルによる感情表現及び感情遷移の説明に供する略線図である。

【図11】他の実施の形態によるイメージスケールによる感情表現及び感情遷移の説明に供する略線図である。

【図12】他の実施の形態によるif-thenルールの説明に供する略線図である。

【図13】従来の感情抽出の説明に供する略線図であ

17

る。

【図14】従来の応答・感情生成の説明に供する略線図である。

【符号の説明】

1……ペットロボット、2……胴体部ユニット、3A～3D……脚部ユニット、4……頭部ユニット、5……尻尾部ユニット、10……コントローラ、15……マイク

【図1】

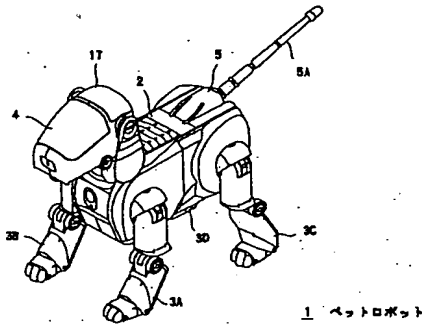


図1 本実施の形態によるペットロボットの構成 (1)

【図2】

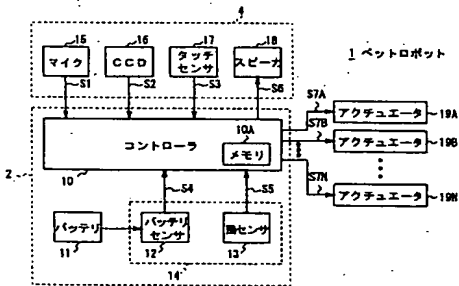


図2 ペットロボットの構成 (2)

18

ロホン、16……CCDカメラ、17……タッチセンサ、18……スピーカ、19A～19N……アクチュエータ、20……制御部、21……入力処理部、22……音声認識解析部、23……画像認識部、25……対話管理部、29……印象モデル部、29A……ユーザ感情抽出部、29B……感情フィルタ、30……感情モデル部、50、60……階層型ニューラルネットワーク。

【図3】

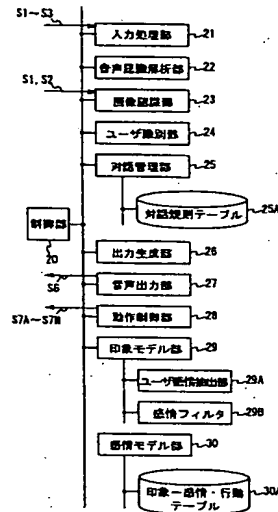


図3 対話機能に関するコントローラの処理

【図7】

25A	
入力	応答(出力)
ユーザー発言 印象	動作 感情変化 発語
「かわいいね」発言度	喜んだとき 喜ば度 「ありがとう」
「かわいいね」発言度	怒ったとき 怒ら度 「どうせ嘘でしょ」

図7 対話規則テーブル

【図4】

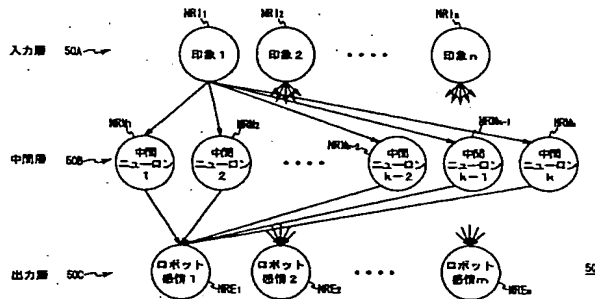


図4 ニュートラルネットワークによる感情表現および感情遷移

【図6】

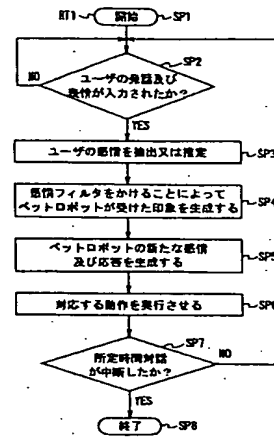


図6 対話機能処理手順

【図5】

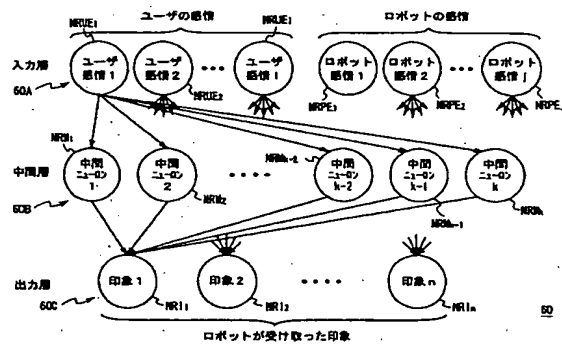


図5 ニュートラルネットワークによる感情フィルタ

【図8】

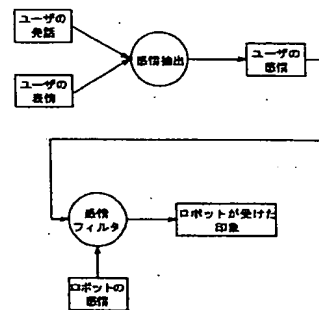


図8 ペットロボットが受けた印象生成

【図9】

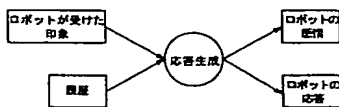


図9 印象を反映した応答・感情生成

【図10】

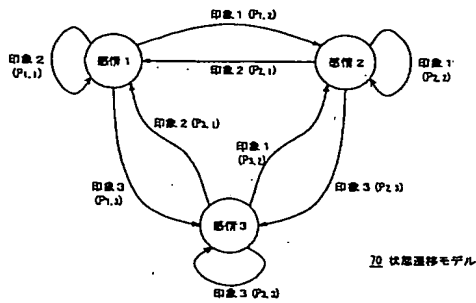


図10 状態遷移モデルによる感情表現および感情遷移

【図11】

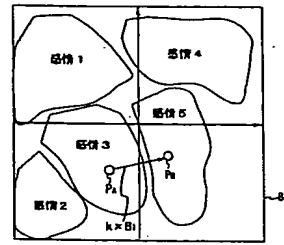


図11 イメージスケールによる感情表現および感情遷移

【図12】

```

if 叱咤の度合い > 0 then
  if 鼓舞の度合い > 0 then
    励ましの度合い = k × 叱咤の度合い
  else if 鼓舞の度合い < 0 then
    励ましの度合い = -k × 叱咤の度合い
  endif
endif

```

図12 if-thenルール

【図13】

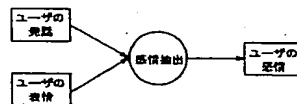


図13 従来技術での感情抽出

【図14】

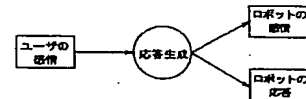


図14 従来技術での応答・感情生成

フロントページの続き

(72)発明者 岸 秀樹
東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72)発明者 表 雅則
東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72)発明者 田島 和彦
東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72)発明者 武田 正資
東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2C150 BA06 CA01 CA02 DA04 DA05
DA24 DA26 DA27 DA28 DF03
DF04 DF06 DF33 ED42 ED52
EF03 EF13 EF16 EF23 EF29
EF33 EF36
3F059 AA00 BB06 DA05 DA07 DB04
DC00 DC01 FC00
3F060 AA00 BA10 CA14
5B049 AA00 BB07 DD03 EE01 EE03
EE07 FF06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.